

Вивчення впливу шротів зародків пшениці, вівса і плодів шипшини на формування якості житньо-пшеничного тіста та хліба

С. Г. Олійник, О. В. Самохвалова, Н. В. Лапицька, З. І. Кучерук

Представлено результати дослідження впливу шротів зародків пшениці (ШЗП) та вівса (ШЗВ) у кількості 10...20 % і шроту плодів шипшини (ШППШ) у кількості 2...6 % від маси борошна на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста та на якість хліба.

Доведено, що високий вміст у ШЗП, ШЗВ та ШППШ поживних для молочнокислих бактерій речовин сприяє збільшенню титрованої кислотності дослідних зразків тіста на 12,1...25,8 %, 6,1...21,2 % та 9,1...22,9 % відповідно. За рахунок активації дріжджів прискорюється спиртове бродіння. У тісті з додаванням ШЗП, ШЗВ та ШППШ кількість виділеного за період бродіння вуглекислого газу більше, ніж у контрольного зразка на 23,7...49,2, 16,9...33,9 та 20,0...40,0 % відповідно. Проте дослідні добавки по різному впливають на зміну об'єму тіста. За додавання шротів зародків вівса та плодів шипшини об'єм тіста після дозрівання збільшується на 7,3...21,9 % та 7,8...22,3 % порівняно з контрольним зразком, що пов'язане з підвищенням його газоутримуючої здатності. В той же час, за додавання шроту зародків пшениці об'єм тіста, навпаки, знижується на 9,8...31,7 % із-за його високої ферментативної активності.

Відмічається, що вплив дослідних шротів на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста відіграє важливу роль у формуванні якості готових виробів. На підставі результатів дослідження фізико-хімічних показників якості житньо-пшеничного хліба з додаванням ШЗВ та ШППШ встановлено, що його пористість, питомий об'єм, і формостійкість підвищується порівняно із контрольним зразком відповідно на 5,0...11,7, 10,0...25,0, 6,7...15,6 % за додавання ШЗВ, та на 10,0...13,0 %, 10,0...30,0 %, 9,0...33,0 % – у зразках із ШППШ. Тоді як внесення ШЗП веде до зниження зазначених показників якості хліба. Негативний ефект посилюється за мірою збільшення добавки в системі.

Встановлено, що за додавання максимальної кількості шроту зародків вівса (20 %) та шроту плодів шипшини (6 %) у хлібі з'являється надто виражений присмак добавок. Тому для забезпечення високих органолептичних показників якості житньо-пшеничного хліба доцільним є застосування шротів зародків пшениці або вівса у кількості не більше 15 %, а шроту плодів шипшини – не більше 4 % від загальної маси борошна

Ключові слова: житньо-пшеничний хліб, шрот зародків пшениці та вівса, шрот плодів шипшини, мікробіологічні процеси, показники якості

1. Вступ

Важливою проблемою сучасності є стрімке поширення захворювань, аліментарного характеру, викликаних недостатнім вживанням необхідних для ор-

ганізму людини поживних та біологічно активних речовин. Одним з підходів до вирішення цієї проблеми є збагачення продуктів харчування необхідними фізіологічно-функціональними інгредієнтами [1, 2], важливим джерелом яких є рослинна сировина, у тому числі плодово-ягідна [3, 4] та зернова [5, 6].

До перспективних об'єктів для збагачення відносяться хлібобулочні вироби, які є традиційними у харчових раціонах населення більшості країн світу. Значне поширення у європейських країнах, у тому числі й в Україні, має хліб з суміші житнього та пшеничного борошна. Тому гостро стоїть проблема підвищення у житньо-пшеничному хлібі вмісту фізіологічно-функціональних інгредієнтів.

Джерело рослинної сировини для збагачення такого важливого продукту першої необхідності, як хліб, повинен відповідати певним вимогам: бути доступним, відносно дешевим, мати високу харчову і біологічну цінність і вироблятися в промисловому масштабі. З цієї точки зору актуальним є використання у технологіях житньо-пшеничного хліба вторинних ресурсів рослинного походження, таких як шротів і макухи традиційної та нетрадиційної олійної сировини. Це обґрунтовано високим вмістом в них повноцінних білків, харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів та інших біологічно активних речовин [5, 6].

Шроти та макухи характеризуються різним хімічним складом, ферментативною активністю, які, в основному, залежать від виду вихідної сировини та особливостей технологічного процесу виробництва олії [5]. Це зумовлює різний їх вплив на процеси, що відбуваються під час дозрівання тіста, а, отже, і на якість готового хліба.

У цьому зв'язку у дослідженнях, спрямованих на створення технологій хліба підвищеної харчової цінності з використанням вторинних продуктів олійного виробництва, значної уваги приділяється вивченню її впливу на формування якості виробів на всіх етапах технологічного процесу.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Відомим є використання у технології хліба з пшеничного борошна шроту насіння льону, який є джерелом таких цінних фізіологічно-функціональних інгредієнтів, як ненасичені жирні кислоти, лігнани та харчові волокна [7]. Встановлено, що за його додавання покращується склад рідкої фази тіста, що сприяє інтенсифікації мікробіологічних процесів. Проте внесення шроту льону супроводжується зниженням газотримувальної здатності напівфабрикатів і, як результат, зниженням питомого об'єму, формостійкості та пористості готових виробів [8]. Такий ефект обмежує кількість льняного шроту у рецептурах хліба до 5 % від маси борошна.

Досліджувалася можливість використання у технології житнього заварного хліба борошна частково знежиреного (БЧЗ) волоського горіха, шроту кунжуту та шроту гарбуза [9]. Ці види БЧЗ є природними концентратами цінних білків, жирів, харчових волокон, широкого спектру мікроелементів. Проте експериментально встановлено, що рецептурну кількість БЧЗ з волоського горіха під час виробництва хліба слід обмежувати 2 %, а БЧЗ шроту кунжуту та шроту гарбуза – до 4 %, оскільки більші дозування цієї збагачувальної сировини приводять до погіршення структури хліба, зменшення його пористості та питомого об'єму, погіршення смакових властивостей.

У літературних джерелах є відомості про використання гарбузової макухи, отриманої методом екструзійної обробки насіння гарбуза, в технології пшеничного та житньо-пшеничного хліба. Встановлено, що дана добавка має різний вплив на властивості тістових напівфабрикатів, що відбивається на якості пшеничних [10] та житньо-пшеничних [11] виробів. Доведено, що для отримання пшеничного хліба високої якості доцільним є застосування 5 % макухи, оскільки більші її дозування спричиняють значне підвищення в'язкості пшеничного тіста. А для виробництва хліба з суміші житнього та пшеничного рекомендованою є більша кількість добавки – 5–7 %, оскільки підвищення в'язкості житньо-пшеничного тіста позитивно впливає на якість хліба.

Недоліком вищенаведених технологій є незначні дозування шротів вторинної олійної сировини, що неповною мірою вирішує задачу збагачення хліба.

В роботі [12] запропоновано для виробництва пшеничного хліба використовувати порошок із макухи кедрового горіху, що містить біологічно цінні поліненасичені кислоти, харчові волокна та інші корисні для здоров'я людини інгредієнти. Авторами показано, що додавання кедрового шроту у кількості 15 % від маси борошна дозволяє покращити якість хліба. Проте ця сировина має високу вартість, що відбиватиметься на собівартості виробів.

Потенційною сировиною для збагачення хліба фізіологічно-функціональними інгредієнтами є вторинні продукти переробки зародків пшениці у технології зародкової олії. Пшеничний зародок є унікальною сировиною з високим вмістом біологічно цінного білку, вітамінів групи В, вітаміну Е, антиоксидантів. Проте у нативному вигляді пшеничні зародки не завжди знаходять застосування, оскільки мають невеликі терміни зберігання із-за високого вмісту здатних до швидкого окиснення поліненасичених жирних кислот та можуть негативно впливати на якість виробів [13–15]. У роботі [16] показано, що нативні зародки пшениці навіть у незначній кількості (до 4 %) сприяють погіршенню якості хліба.

Шроти та макухи зародків пшениці, отримані після вилучення зародкової олії, є практично знежиреними продуктами, у яких максимально збережені закладені природою корисні інгредієнти.

У роботах [17, 18] досліджувалась можливість застосування борошна із макухи зародків пшениці в технології зернового пшеничного хліба. Встановлено, що його внесення приводить до покращення якості та антиоксидантної активності виробів, підвищення ступеня перетравлюваності білків хліба.

Особливий інтерес для збагачення хліба є використання шроту зародків пшениці, отриманого у процесі отримання олії шляхом низькотемпературної екстракції, що є запорукою максимального збереження у ньому природного вмісту біологічно активних і поживних речовин. У роботі [19] доведено доцільність його використання у технології пшеничного хліба у кількості 10 – 20 % від маси борошна. Встановлено, що значний вміст віскогидрофільних речовин забезпечує його більшу водопоглинальну здатність. Висока активність амілаз та протеїназ шроту призводить до зниження в'язкості тіста, що обмежує його використання у безопарній технології хліба до 15 % від маси борошна. Наявність в складі добавок амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин приводить до активації бродильної мікро-

флори і, як наслідок, до більш інтенсивного протікання мікробіологічних процесів в тесті, що дає можливість скоротити тривалість бродіння тіста [5, 20].

Перспективною сировиною для підвищення харчової та біологічної цінності хліба є шрот зародків вівса. Згідно з даними хімічного складу, шрот містить значну кількість білків (23,0 %), харчових волокон (23,3 %) мінеральних речовин та вітамін [21]. Важливою складовою некрохмальних полісахаридів шроту зародків вівса є цінні з фізіологічної точки зору β -глюкани, які виявляють потужну імуностимулюючу дію [22], сприяють попередженню розвитку онкологічних захворювань, зниженню глікемічного індексу крохмалевміщуючих продуктів тощо.

Авторами [21] встановлено, що додавання 15 % шроту зародків вівса за безопарного способу виробництва дозволяє отримати пшеничний хліб з необхідними фізико-хімічними показниками якості та збагатити готові вироби білком, харчовими волокнами, антиоксидантами, вітамінами тощо.

У літературних джерелах не виявлені дані щодо впливу вищевказаних шротів зародків пшениці та вівса на процеси, що відбуваються під час дозрівання житньо-пшеничного тіста та якості готового хліба. Враховуючи відмінності перебігу процесів дозрівання пшеничного і житньо-пшеничних тіста [23], можна припустити і відмінний вплив шротів на формування якості готових житньо-пшеничних виробів, тому дослідження у цьому напрямку є доцільними.

З метою удосконалення технології хліба підвищеної харчової цінності є пошук нових натуральних збагачувальних добавок, які б одночасно виступали як збагачувачем, так і поліпшувачем якості.

У цьому зв'язку інтерес представляє шрот плодів шипшини – вторинний продукт у технології шипшинової олії. Відомо, що у шипшині, яка з давніх часів є символом здоров'я, сконцентровано значну кількість мінеральних речовин, антиоксидантів, в першу чергу, аскорбінової кислоти [23].

У літературних джерелах не знайдено інформації про використання шроту плодів шипшини в хлібопекарському виробництві. Проте існують окремі дані стосовно використання з цією метою інших продуктів переробки плодів шипшини.

Так, в роботі [24] досліджувалася можливість застосування висушеного водного екстракту з шипшинового шроту у кількості 3 % від маси борошна під час виробництва зернового хліба. Встановлено, що його додавання сприяє деякому покращенню пористості та питомого об'єму хліба, проте хімічний склад виробів змінюється не суттєво.

Авторами [25] розглянуто можливість використання водного або сироваткового екстрактів плодів шипшини до маси пшеничного борошна. Це сприяє скороченню тривалості дозрівання тіста за рахунок активації бродильної мікрофлори у присутності додаткових поживних речовин, а також отримання пшеничного хліба з високими фізико-хімічними показниками якості.

Доведено покращення розпушеності тіста, пористості та питомого об'єму хліба пшеничного за використання 5 % порошку плодів шипшини [26] або сумісно з порошком плодів горобини в кількості 1 – 3 % [27]. На думку дослідників, це спричинене укріпленням клейковини під дією аскорбінової кислоти, що міститься у досліджуваних порошках. Ці дані свідчать про доцільність залучен-

ня нових продуктів з шипшини, а саме шроту плодів шипшини для підвищення харчової цінності та покращення якості хліба, зокрема житньо-пшеничного.

Таким чином, аналіз літературних джерел щодо використання у технологіях хліба шротів зародків пшениці та вівса [13–22] та шроту плодів шипшини [24–27] свідчить про доцільність досліджень їх впливу на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста та якість готових виробів.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є визначення впливу шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на формування якості житньо-пшеничного тіста та хліба.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- дослідити перебіг процесів дозрівання у житньо-пшеничному тісті за додавання дослідних шротів;
- визначити вплив шроту зародків пшениці (ШЗП), вівса (ШЗВ) та плодів шипшини (ШППШ) на фізико-показники та органолептичні показники якості житньо-пшеничного хліба.

4. Матеріали і методи дослідження властивостей житньо-пшеничного тіста та хліба

4.1. Характеристика використаної у дослідженнях сировини

У дослідженнях використовували борошно житнє обдирне (ГОСТ 7045-90), борошно пшеничне першого сорту (ДСТУ 46.004-99), шроти зародків пшениці (ТУ У 20608169.002-99), вівса (ТУ 15.8-32062796-003:2008) та плодів шипшини, що є вторинними продуктами при виробництві відповідних олій на підприємстві НВП ТОВ «Житомирбіопродукт» (Україна). Дані щодо фізико-хімічних і органолептичних показників якості дослідних шротів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні та органолептичні показники якості шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини

Показник	Значення показника		
	Шрот зародків пшениці	Шрот зародків вівса	Шрот плодів шипшини
Кислотність, град	6,0	5,9	53,0
Масова частка води, %	12,4	11,4	7,1
Зовнішній вигляд	Сухий порошкоподібний продукт		
Колір	Світло-кремовий	Біло-сірий	Буро-червоний
Смак	Солодкуватий, пшеничний	Вівсяний	Кислий, властивий плодам шипшини
Запах	Пшеничний	Вівсяний	Властивий плодам шипшини

В роботі також використовувалися дріжджі хлібопекарські пресовані (ДСТУ 4812-2007), сіль кухонна харчова (ДСТУ 3583-2015), суха житня закваска ТМ «Puratos Othello Norma» (Бельгія).

4. 2. Методика приготування зразків тіста та хліба

Досліджували зразки житньо-пшеничного тіста та хліба без добавок (контрольний зразок) та з додаванням шротів зародків пшениці та вівса у кількості 10...20 %, а також з додаванням шроту плодів шипшини в кількості 2...6 % від загальної маси житнього і пшеничного борошна. Дослідні інтервали дозувань ШЗП та ШЗВ були визначені за результатами аналізу літературних джерел стосовно їх застосування у технології пшеничного хліба [25, 30], а дослідна кількість шроту плодів шипшини була обрана на підставі даних щодо використання порошку плодів шипшини, наведених у роботах [37, 38].

Контрольний зразок тіста та хліба виготовляли із суміші житнього обдирного та пшеничного борошна першого сорту у співвідношенні 1:1 з додаванням 2,5 % сухої житньої закваски, 2 % хлібопекарських пресованих дріжджів, 1,5 % кухонної солі. Вологість тіста становила 47 %. Під час приготування дослідних зразків тіста додавали шроти зародків пшениці, вівса або шрот плодів шипшини. Враховуючи те, що дослідні добавки мають вищу водопоглинальну здатність, ніж житнє та пшеничне борошно, вологість тіста за їх додавання підвищували порівняно з контрольним на 0,5...1,0 %.

Дозрівання всіх зразків тіста проводили протягом 90 хв за температури 30 ± 2 °C після чого формували тістові заготовки, піддавали їх вистоюванню за температури 32 ± 2 °C та відносної вологості 80 ± 5 %, та випікали за температури 210 ± 10 °C протягом 25 ± 2 хв.

4. 3. Методи дослідження властивостей житньо-пшеничного тіста та хліба

Титровану кислотність житньо-пшеничного тіста визначали шляхом титрування 0,1 н гідроксидом натрію за методикою, описаною у [23].

Газоутворювальну здатність тіста визначали на приладі Яго-Островського за загальною кількістю виділеного CO_2 під час бродіння [23]. Для цього дослідний зразок тіста, виготовленого з 100 г борошна, поміщали в колбу об'ємом 5 дм³. Колбу з тістом закривали гумовою пробкою з трубкою, що з'єднує її з колбою, заповненою насиченим розчином хлориду натрію. Прилад поміщали у термостат з температурою 30°C. Діоксид вуглецю, що виділявся під час бродіння тіста, надходив у колбу з хлоридом натрію і витісняв його у мірний циліндр. Газоутворювальну здатність тіста визначали за кількістю витісненого вуглекислого газу, яку замірювали через кожні 30 хв протягом 90 хв бродіння тіста.

Зміну об'єму тіста під час його дозрівання визначали наступним чином: 50 г тіста поміщали в градуйований циліндр об'ємом 250 см³, який накривали поліетиленовою плівкою і ставили у термостат з температурою 30 ± 2 °C на 90 хв для бродіння. Заміри зміни об'єму тіста в циліндрі проводили кожні 30 хв.

У випеченому хлібі після повного його охолодження визначали фізико-хімічні та органолептичні показники якості.

Фізико-хімічні показники якості виробів, такі як вологість, титровану кислотність, пористість, питомий об'єм визначали за стандартними методиками, наведеними у [29]. Формостійкість виробів визначали шляхом розрахунку відношення висоти до діаметру подового хліба (H/D) [23].

Органолептичні показники якості хліба (зовнішній вигляд, колір і стан скоринки, стан м'якушки, смак, запах) визначали за загальноприйнятими методиками шляхом оцінювання форми та поверхні виробів, кольору їх скоринки та м'якушки, стану пористості та еластичності виробів, а також проводили оцінку смаку та запаху хліба [29].

4. 4. Статистична обробка результатів дослідження

Величина похибки для усіх досліджень становила $\sigma=3...5\%$, число повторностей дослідів – $n=5$, вірогідність – $p\geq 0,05$. Експериментальні дані обробляли статистично за методом Фішера-Стьюдента за рівня надійності 0,95. Результати досліджень розраховували як середнє не менше ніж п'яти повторностей. Для обробки експериментальних даних використовували пакет прикладних програм MS Office 2016 версія, у т. ч. MS Excel 2016.

5. Результати досліджень впливу дослідних шротів на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста та якість хліба

5. 1. Дослідження перебігу процесів дозрівання у житньо-пшеничному тісті за додавання дослідних шротів

Ключову роль у формуванні якості хліба відіграють процеси, що відбуваються під час дозрівання тіста. Так, продукти молочнокислого бродіння – молочна та інші кислоти – беруть участь у забезпеченні органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей тіста та готових виробів. Основним показником, що характеризує готовність тіста до оброблення, є титрована кислотність, що відображає загальну кислотність, обумовлену всіма кислотами й кислими сполуками, які містяться в тісті. Від інтенсивності спиртового бродіння, газоутримуючої здатності тіста значною мірою залежить розпушеність та об'єм тістових заготовок, а отже й об'єм хліба, характер його пористості.

У цьому зв'язку досліджували вплив шротів зародків пшениці (ШЗП), вівса (ШЗВ) та плодів шипшини (ШППШ) на зміну показників титрованої кислотності, кількості виділеного діоксиду вуглецю та об'єму під час бродіння тіста.

Результати комплексу досліджень представлені в табл. 2. і на рис. 1–3.

Аналіз наведених у табл. 2 даних свідчить, що додавання дослідних шротів приводить як до підвищення початкової титрованої кислотності житньо-пшеничного тіста, так і до інтенсивнішої її зміни протягом дозрівання. Так, наприкінці експерименту величина цього показника тіста з додаванням ШЗП, ШЗВ та ШППШ була вища, ніж така у контрольного зразка на 12,1...25,8 %, 6,1...21,2 % та 9,1...22,9 % відповідно.

Прискорюється також і спиртове бродіння під час дозрівання тіста з додаванням дослідних шротів, про що свідчать результати визначення газоутворення. Згідно з отриманими даними, найбільший вплив на величину цього показника спостерігалася за додавання 10...20 % шроту зародків пшениці – кількість виділеного

CO₂ у цих зразках тіста була вище, ніж у контрольного на 23,7...49,2 %. Додавання шротів зародків вівса та плодів шипшини призводить до збільшення кількості виділеного діоксиду вуглецю на 16,9...33,9 та 20,0...40,0 % відповідно.

Поряд з інтенсивністю газоутворення, на розпушеність тіста, пористість та об'єм готових виробів значною мірою впливає здатність тіста утримувати виділений CO₂. Однією з характеристик цього процесу є зміну об'єму тіста під час дозрівання.

Таблиця 2

Вплив шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на зміну титрованої кислотності та кількості виділеного CO₂ у житньо-пшеничному тісті ($n=5$, $P \geq 0,95$, $\sigma=3...5$ %)

Показник	Характеристика показника у житньо-пшеничному тісті									
	без до- бавок (конт- роль)	з додаванням дослідних добавок, % від загальної маси борошна								
		ШЗП			ШЗВ			ШПШ		
		10	15	20	10	15	20	2	4	6
Титрована кислот- ність, град										
початкова	4.5	4,6	4,7	4,8	4,6	4,7	4,8	4,8	5,0	5,2
кінцева	6.6	7,4	7,8	8,3	7,0	7,5	8,0	7,2	7,7	8,1
Кількість виділеного CO ₂ за 90 хв, см ³ /г	590	730	820	880	690	754	790	710	790	830

Встановлено, що дослідні шроти по різному впливають на цей показник (рис. 1–3). Так, додавання шротів зародків вівса та плодів шипшини сприяє інтенсивнішій зміні об'єму тіста протягом експерименту (рис. 1, 2) причому цей вплив збільшується за мірою підвищення їх дозування. За 90 хв бродіння об'єм тіста дослідних зразків з ШЗВ та ШПШ збільшується на 7,3...21,9 та 7,8...22,3 % порівняно з цим показником у контрольно зразка відповідно.

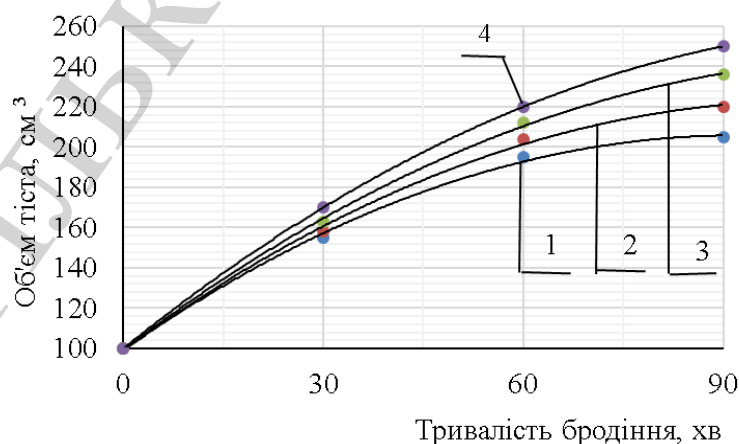


Рис. 1. Зміна об'єму під час дозрівання житньо-пшеничного тіста: 1 – без добавок (контроль); з додаванням шроту зародків вівса у кількості : 2, 3, 4 – 10, 15, 20 % від маси борошна

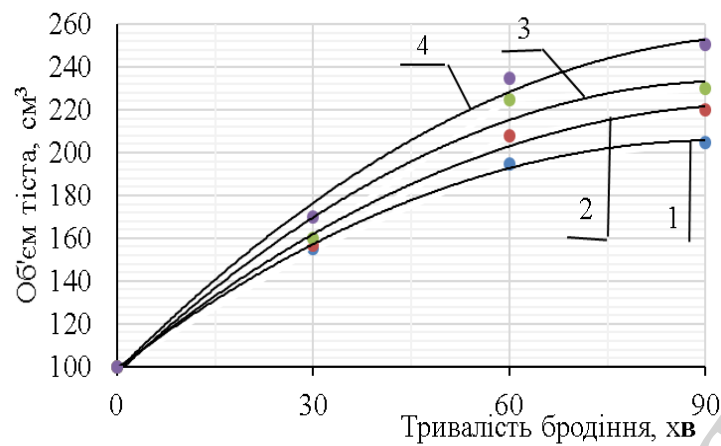


Рис. 2. Зміна об'єму під час дозрівання житньо-пшеничного тіста: 1 – без добавок (контроль); з додаванням шроту плодів шипшини у кількості: 2, 3, 4 – 2, 4, 6 % від маси борошна

В той же час, за додавання 10...20 % ШЗП об'єм тіста, навпаки, знижується на 9,8...31,7 % за мірою збільшення його дозування.

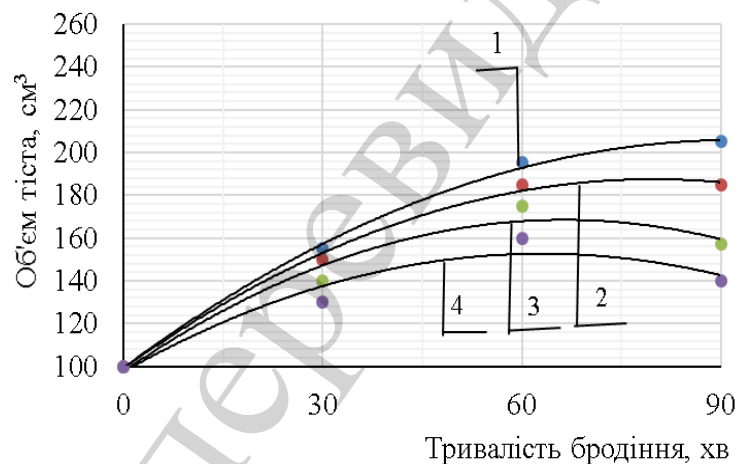


Рис. 3. Зміна об'єму під час дозрівання житньо-пшеничного тіста: 1 – без добавок (контроль); з додаванням шроту зародків пшениці у кількості : 2, 3, 4 – 10, 15, 20 % від маси борош

5. 2. Визначення впливу шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості житньо-пшеничного хліба

Для визначення впливу шроту зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості житньо-пшеничного хліба були проведені лабораторні випікання виробів з додаванням добавок у дослідному інтервалі дозувань.

Результати досліджень фізико-хімічних показників якості хліба представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Вплив шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на фізико-хімічні показники житньо-пшеничного хліба ($n=5$, $p \geq 0,95$, $\sigma=3...5$ %)

Дозування збагачувальної добавки, %	Показники якості та їх значення				
	Вологість, %	Кислотність, град.	Пористість, %	Питомий об'єм, см/100 г	Формостійкість (Н/D)
Без добавок (контроль)	46,2	6,0	60,0	2,0	0,45
Хліб із ШЗП, % від маси борошна					
10	46,7	6,5	59,0	1,9	0,42
15	47,1	6,9	58,0	1,7	0,39
20	47,6	7,3	55,0	1,5	0,34
Хліб із ШЗВ, % від маси борошна					
10	47,0	6,3	63,0	2,2	0,48
15	47,5	6,8	65,0	2,4	0,50
20	47,8	7,0	66,0	2,4	0,51
Хліб із ШПШ, % від маси борошна					
2	46,6	6,4	62,0	2,2	0,49
4	46,9	7,0	66,0	2,5	0,53
6	47,2	7,4	68,0	2,6	0,60

Наведені у табл. 3 дані свідчать, що за додавання 10...20 % шроту зародків пшениці, вівса та 2...6 % шроту плодів шипшини відбувається підвищення вологості готових виробів. Також зростає їх кислотність на 8,3...21,7, 6,7...16,7 % та 5,0...20,0 % відповідно.

Разом з тим, добавки по різному впливають на пористість, питомий об'єм та формостійкість хліба. За додавання шроту зародків вівса у дослідному інтервалі дозувань їх величина підвищується на 5,0...11,7, 10,0...25,0 та 6,7...15,6 % відносно контрольних. Подібна тенденція спостерігається і за внесення у житньо-пшеничне тісто шроту плодів шипшини. За мірою збільшення його дозування пористість, питомий об'єм та формостійкість хліба підвищується на 10,0...13,0 %, 10,0...30,0 % та 9,0...33,0 % відповідно.

Проте внесення шроту зародків пшениці негативно діє на перелічені показники якості житино-пшеничного хліба. При його додаванні в кількості 10 і 15 % перелічені показники знижуються на 3,0 і 5,0, 5,0 і 10,0 та 10,0 і 13,3 % відповідно. Присутність у тісті максимальної кількості ШЗП (20 %) сприяє суттєвому погіршенню показників якості хліба. У цьому зразку пористість, питомий об'єм і формостійкість виробів були на 8,3; 25,0 і 24,4 % нижчі, ніж у контрольного зразка.

Одними з ключових характеристик якості хліба є його органолептичні показники. Встановлено, що дослідні шроти впливають на такі показники, як стан м'якушки, колір, смак та аромат виробів. Так, за мірою збільшення дозування шротів зародків вівса та плодів шипшини підвищується еластичність м'якушки

хліба, його пористість стає більш розвиненою. В той же час за внесення шроту зародків пшениці м'якушка хліба стає менш еластичною, а пористість – більш грубою та товстостінною. Слід відмітити, що за додавання цієї добавки у кількості 20 % спостерігається найбільш виражений негативний вплив на стан м'якушки хліба, яка стає слабо еластичною з погано розвиненою пористістю, що не дозволяє використовувати це дозування добавки у подальших дослідженнях.

Визначено, що за внесення всіх дослідних шротів скоринка та м'якушка хліба набувають більш темного забарвлення. Додавання шротів суттєво впливає на смак і аромат хліба. За внесення шроту зародків пшениці у всьому дослідному інтервалі дозувань, а шротів зародків вівса та плодів шипшини у кількості 10 і 15 та 2 і 4 % відповідно у виробках з'являється приємний властивий добавкам аромат та присмак, більш кислий порівняно з контрольним зразком смак. Хліб з максимальною кількістю шроту зародків вівса (20 %) має надто виражений вівсяний аромат і неприємний гіркуватий присмак, що не дозволяє рекомендувати це дозування для подальших досліджень. Також недоцільним є і використання 6 % шроту плодів шипшини у технології житньо-пшеничного хліба, оскільки це веде до появи надто кислого смаку.

6. Обговорення результатів дослідження впливу дослідних шротів на якість житньо-пшеничного тіста та хліба

У результаті визначення впливу шротів зародків пшениці, вівса та плодів шипшини на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста, було встановлено, що їх додавання у всьому діапазоні дозувань сприяє інтенсифікації молочнокислого та спиртового бродіння (табл. 2). Це, ймовірно, обумовлено активацією молочнокислих бактерій та хлібопекарських дріжджів за рахунок внесення разом з шротами додаткового поживного для бродильної мікрофлори середовища, а саме білків, вітамінів, мінеральних речовин тощо.

Згідно з отриманими даними, вже початкова титрована кислотність житньо-пшеничного тіста з шротами є вищою порівняно з аналогічним показником контролю, що викликано більшим значенням кислотності дослідних шротів порівняно із житнім та пшеничним борошном (табл. 1). В той же час у дослідних зразках тіста порівняно із контрольним спостерігається й більш інтенсивне кислотонакопичення в процесі дозрівання (табл. 2), що є підтвердженням активації бродильної мікрофлори.

Про активацію бродильної мікрофлори в тісті свідчить також і кількість виділеного діоксиду вуглецю, що виділяється під час дозрівання дослідних зразків тіста (табл. 2). Проте для отримання якісних виробів важливим є також і те, наскільки виділений газ здатен утримуватися в тісті (рис. 1–3). Слід відмітити, що запропоновані добавки мають різний вплив на зміну об'єму житньо-пшеничного хліба, що пов'язано з їх хімічним складом, активністю ферментів в них та іншими функціонально-технологічними характеристиками [19, 25, 30]. Встановлено, що додавання шротів зародків вівса та плодів шипшини сприяє більш інтенсивній зміні об'єму тіста. Така дія зазначених добавок на даний показник може бути викликана низкою чинників. Обидва шроти містять значну кількість некрохмальних полісахаридів, що сприяє збільшенню зв'язаної вологи у тісті і позитивно впливає на його

го структуру. У зразках зі шротом плодів шипшини покращення об'єму житньо-пшеничного тіста значною мірою пов'язано із укріпленням клейковини пшеничного борошна під дією аскорбінової кислоти. Відомо, що аскорбінова кислота, перетворюючись в тісті у дегідроаскорбінову, окиснює SH-групи клейковинних білків, протеолітичних ферментів та активаторів протеолізу, знижуючи таким чином інтенсивність протеолізу у тісті [40].

В той же час відмічається негативний вплив шроту зародків пшениці на зміну об'єму тіста, що викликано ферментативним гідролізом крохмалю житнього та пшеничного борошна за рахунок значної активності в даній добавці α -амілази [25]. Це негативно впливає на технологічні показники борошна.

Визначений в роботі вплив шротів на процеси дозрівання житньо-пшеничного тіста відбивається на якості хліба. Згідно з наведеними даними (табл. 3), внесення всіх запропонованих шротів приводить до підвищення вологості виробів, що викликано високою водопоглинальною здатністю добавок за рахунок значного вмісту в них некрохмальних полісахаридів. Відмічається також підвищення кислотності хліба з добавками. Особливо помітно це у зразках із шротом зародків пшениці та плодів шипшини, що пов'язано з інтенсифікацією кислотонакопичення в тісті з цими добавками (табл. 2).

Додавання в тісто шроту зародків вівса та шроту плодів шипшини у всьому запропонованому діапазоні дозувань сприяє покращенню показників якості готових виробів, таких як пористість, питомий об'єм, формостійкість (табл. 3), що можна пояснити більшою кількістю виділеного CO_2 в дослідних зразках тіста (табл. 2) та кращою здатністю утримувати його (рис. 1, 2).

За додавання шроту зародків пшениці спостерігається інша тенденція, а саме відбувається погіршення вказаних показників. Ефект посилюється із збільшенням кількості шроту в тісті. Це, ймовірно, викликано зниженням газоутримувальної здатності тіста з його додаванням, особливо у кількості більше 15 % (рис. 3).

Внесення всіх запропонованих шротів має значний вплив і на органолептичні показники виробів: їх скоринка та м'якушка набувають більш темного забарвлення, змінюються стан м'якушки, смак і аромат хліба. Органолептичний аналіз показав, що хліб з максимальною кількістю шроту зародків вівса (20 %) має надто виражений вівсяний аромат і неприємний гіркуватий присмак, а використання 6 % шроту плодів шипшини у технології веде до появи надто кислого смаку. Всі ці характеристики роблять подальші дослідження із запропонованими шроти у наведених вище дозування не доцільними. Тому запропоновано в подальших дослідженнях використовувати шроти зародків пшениці та вівса в кількості 15 %, а шрот плодів шипшини – 4 % від загальної маси борошна.

В подальшому буде розглянута доцільність сумісного використання ШЗП у суміші з ШППШ. Таке технологічне рішення може мати позитивний ефект завдяки високому вмісту в ШППШ аскорбінової кислоти та інших органічних кислот, що, ймовірно, дозволить знизити активність амілолітичних та протеолітичних ферментів ШЗП.

7. Висновки

1. Встановлено, що внесення шротів зародків пшениці та вівса в кількості 10–20 %, а шроту плодів шипшини в кількості 2–6 % від загальної маси борошна сприяє інтенсифікації процесів дозрівання житньо-пшеничного тіста. Про це свідчать вищі, ніж у контрольних зразків показники його титрованої кислотності на 12,1...25,8 %, 6,1...21,2 % та 9,1...22,9 %, та кількості виділеного діоксиду вуглецю на 23,7...49,2 %, 16,9...33,9 та 20,0...40,0 % відповідно. Об'єм вибродженого тіста за додавання шроту зародків вівса та плодів шипшини вищий, ніж у контрольного зразка на 7,3...21,9 % та 7,3...22,3 %, що пов'язано як з інтенсивнішим газоутворенням, так і з підвищенням його газотримуючої здатності. В той же час, за додавання шроту зародків пшениці об'єм тіста, навпаки, нижче, ніж у контрольного зразка на 9,8...31,7 %, що викликано погіршенням структури тіста за рахунок високої ферментативної активності цього шроту.

2. У результаті визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості житньо-пшеничного хліба з додаванням дослідних добавок встановлено, що для забезпечення його високої якості доцільним є застосування шротів зародків пшениці або вівса у кількості не більше 15 %, а шроту плодів шипшини – не більше 4 % від загальної маси борошна.

Література

1. Kaprelyants, L., Yegorova, A., Trufkati, L., Pozhitkova, L. (2019). Functional foods: prospects in Ukraine. *Food Science and Technology*, 13 (2). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1382>
2. Daliri, E. B.-M., Lee, B. H. (2015). Current Trends and Future Perspectives on Functional Foods and Nutraceuticals. *Microbiology Monographs*, 221–244. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-23177-8_10
3. Pavlyuk, R., Pogarskaya, V., Radchenko, L., Yurieva, O., Gasanova, A., Abramova, A., Kolomiets, T. (2015). The development of technology of nanoextracts and nanopowders from herbal spices for healthful products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (10 (75)), 54–59. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.43323>
4. Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chervonyi, V., Omelchenko, O., Sabadash, S. et. al. (2018). Universal multifunctional device for heat and mass exchange processes during organic raw material processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 47–54. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148443>
5. Самохвалова, О. В. та ін.; Самохвалова, О. В. (Ред.) (2015). Інноваційні технології хлібобулочних і кондитерських виробів. Харків, 462.
6. Behera, S. M., Srivastav, P. P. (2018). Recent Advances in Development of Multi Grain Bakery Products: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7 (05), 1604–1618. doi: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.705.190>
7. Дробот, В. І., Іжевська, О. П., Бондаренко, Ю. В. (2015). Дослідження впливу шроту льону на якість пшеничного хліба. *Зернові продукти і комбікорми*, 1 (57), 42–45. doi: <https://doi.org/10.15673/2313-478x.57/2015.39738>

8. Пашова, Н. В., Волощук, Г. І., Грегірчак, Н. М., Карпик, Г. В. (2018). Вплив борошна знежиреного насіння олійних культур та порошку топінамбура на якість та безпечність житнього хліба. *Продовольчі ресурси*, 11, 139–147. doi: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-16>
9. Вершинина, О. Л., Милованова, Е. С., Кучерявенко, И. М. (2009). Использование шрота из семян тыквы в хлебопечении. *Техника и технология пищевых производств*, 1, 18–20.
10. Кучерявенко, И. М., Вершинина, О. Л., Киктенко, Е. Н., Аленкина, И. Н. (2012). Влияние тыквенного жмыха на качество ржано-пшеничного хлеба. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 1, 39–40.
11. Лю Янься (2016). Разработка рецептур и технологии хлеба с порошком из жмыха кедровых орехов. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 2, 112–118.
12. Родионова, Н. С., Алексеева, Т. В. (2014). Современная теория и технология получения, обработки и применения продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 4, 99–109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-teoriya-i-tehnologiya-polucheniya-obrabotki-i-primeneniya-produktov-kompleksnoy-pererabotki-zarodyshey-pshenitsy>
13. Gómez, M., González, J., Olete, B. (2011). Effect of Extruded Wheat Germ on Dough Rheology and Bread Quality. *Food and Bioprocess Technology*, 5 (6), 2409–2418. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0519-5>
14. Giménez, I., Blesa, J., Herrera, M., Ariño, A. (2014). Effects of Bread Making and Wheat Germ Addition on the Natural Deoxynivalenol Content in Bread. *Toxins*, 6 (1), 394–401. doi: <https://doi.org/10.3390/toxins6010394>
15. Paucean, A., Man, S. M., Socaci, S. A. (2016). Wheat germ bread quality and dough rheology as influenced by added enzymes and ascorbic acid. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia*, 61 (2), 103–118.
16. Пономарева, Е. И., Алехина, Н. Н., Бакеева, И. А. (2014). Влияние продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества зернового хлеба. *Вестник ВГУИТ*, 4, 106–109.
17. Пономарева, Е. И., Алехина, Н. Н., Бакаева, И. А., Быковская, И. С. (2015). Мука из жмыха зародышей пшеницы – перспективное сырье для производства хлебобулочных изделий. *Международный журнал экспериментального образования*, 3-3, 397–397.
18. Олійник, С. Г., Лисюк, Г. М., Кравченко, О. І. (2013). Вплив продуктів переробки із зародків пшениці на споживні властивості хлібобулочних виробів. *Одеська національна академія харчових технологій. Наукові праці*, 1 (44), 128–132.
19. Кравченко, О. І., Лисюк, Г. М., Д'яков, О. Г., Олійник, С. Г. (2012). Оптимізація технологічних параметрів приготування хлібобулочних виробів з дієтичними добавками "Глюкорн-100" та "Шрот зародків пшениці харчовий". *Харчова наука і технологія*, 1, 25–27.
20. Олійник, С. Г., Степанькова, Г. В., Кравченко, О. І. (2014). Дослідження перебігу процесів дозрівання пшеничного тіста з використанням

продуктів переробки вівса та кукурудзи. Одеська національна академія харчових технологій. Наукові праці, 1 (46), 137–142.

21. Капрельянц, Л. В., Шунько, А. С. (2010). Зерновые β -глюканы: получение, структура, физико-химические свойства, физиологические эффекты. Зернові продукти і комбікорми, 2, 21–25.

22. Дробот, В. І. (2002). Технологія хлібопекарського виробництва. Київ, 365.

23. Paunović, D., Kalušević, A., Petrović, T., Urošević, T., Djinović, D., Nedović, V., Popović-Djordjević, J. (2018). Assessment of Chemical and Antioxidant Properties of Fresh and Dried Rosehip (*Rosa canina* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47 (1), 108–113. doi: <https://doi.org/10.15835/nbha47111221>

24. Оболенский, Н. В., Веселова, А. Ю., Гусева, А. О. (2012). Влияние пищевых ингредиентов из растительного сырья на качество зернового хлеба. Вестник НГИЭИ, 4, 80–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pischevyh-ingredientov-iz-rastitelnogo-syrya-na-kachestvo-zernovogo-hleba>

25. Лебеденко, Т. Є., Кожевнікова, В. О., Новічкова, Т. П. (2014). Перспективи удосконалення прискорених технологій хліба шляхом використання шипшини та глоду. Технологический аудит и резервы производства, 3 (5 (17)), 8–11. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2014.25351>

26. Перфилова, О. В. (2010). Новый сорт хлеба с шиповником. Достижения науки и техники АПК, 08, 77–78.

27. Апаршева, В. В. (2011). Порошкообразный продукт из плодов шиповника и рябины в технологии хлебобулочных изделий. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 5-6, 102–103.

28. Дробот, В. І. (2015). Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. Київ, 972.